顔の特徴量：顔の映像から眠気・集中・緊張・情動の変化を読み取る

https://www.kkaneko.jp/ai/apps/facefeature/index.html

金子邦彦



CC BY NC SA

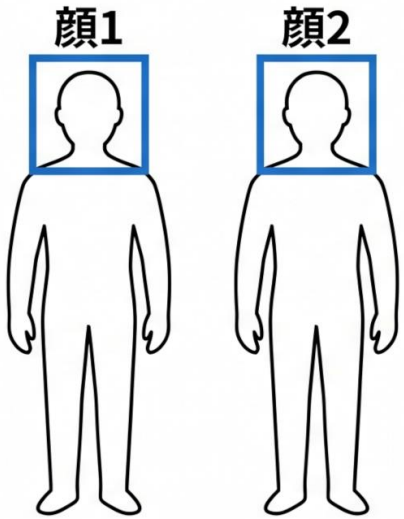
資料中の図などは Google Nano Banana 2 を用いて作成


Face Trend Monitor
FPS 29.4　画像品質 0.83
ヨー -19.8° ピッチ +15.5° ロール +7.6°
閉眼度 0.05（0.80以上を閉眼として PERCLOS に算入）
総合指標の推移（0＝個人基準、未検証の重みによる目安）
帯: ±0.6（基準付近）　破線: +1.4（高い）　緑棒: 事象
0＝個人基準
校正
00:15
00:30
00:45
01:00
01:15
01:30
眠気関連 +0.35
注視関連 +0.11
緊張関連 +0.15
笑顔関連 -0.16
事象・水準遷移の記録
ヘルプ H
目印 E
保存 S
再校正 C
[00:00] 計測を開始しました
[00:03] 持続400ms以上の瞬目（直近60秒で 1 回）
[00:30] 個人基準の校正が完了（1秒値 30 個／視線の判定幅 0.52）
顔特徴トレンド・モニタ
経過 01:43　FPS 29.4　画像品質 0.84　有効フレーム率 100%　脈拍数(rPPG参考) 80 bpm
個人基準: 校正済み
現在の総合指標の水準と傾向（個人基準との比較であり、心理状態の診断ではありません）
眠気関連 基準付近→　／　注視関連 基準付近→　／　緊張関連 基準付近→　／　笑顔関連 基準付近→
助言の条件に該当する総合指標はありません（指標は目安であり、状態の診断ではありません）。
総合指標（ロバスト z を未検証の重みで平均した目安）
棒: −2〜+2、中央線=0（個人基準）
眠気関連　+0.35 [基準付近]
注視関連　+0.11 [基準付近]
緊張関連　+0.15 [基準付近]
笑顔関連　-0.16 [基準付近]
所見と根拠
総合指標の内訳
時系列グラフ
特徴量の表
T キーでも切替
1 眠気関連
2 表情
3 頭部・視線・姿勢
4 rPPG(参考)・計測品質
横軸: 経過時刻 mm:ss（セッション全体）／点線: 個人基準／帯: 基準±1z（1.4826×MAD）／●: 最新の1秒値／割合量は15秒移動平均
PERCLOS(P80)［%］ 現在 1.2 基準 2.3 z=-0.6
開眼度［%］ 現在 84.7 基準 90.6 z=-0.6
瞬目頻度［回/分］ 現在 16.0 基準 24.7 z=-1.4
瞬目持続時間［ms］ 現在 196 基準 178 z=+1.2
長い瞬目の頻度［回/分］ 現在 2.00 基準 3.19 z=-1.0
あくびの頻度［回/分］ 現在 0.00 基準 0.00 z=+0.0
下方視［無次元］ 現在 0.169 基準 0.299 z=-1.3
顔面内部の運動量［%/秒］ 現在 10.37 基準 12.07 z=-0.3

顔情報処理：顔検出と顔ランドマーク検出

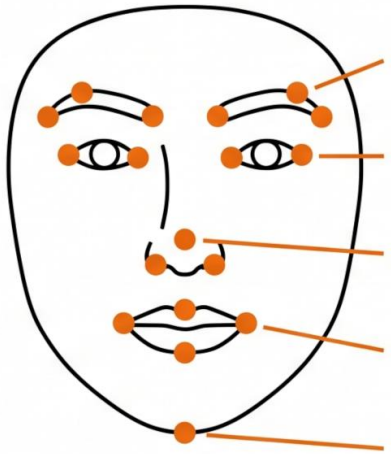
顔情報処理は『顔検出』→『顔ランドマーク検出』の順に進む

1. 顔検出



- 画像の中から顔を見つける
- 顔の数を数える
- 顔情報処理の最初の処理

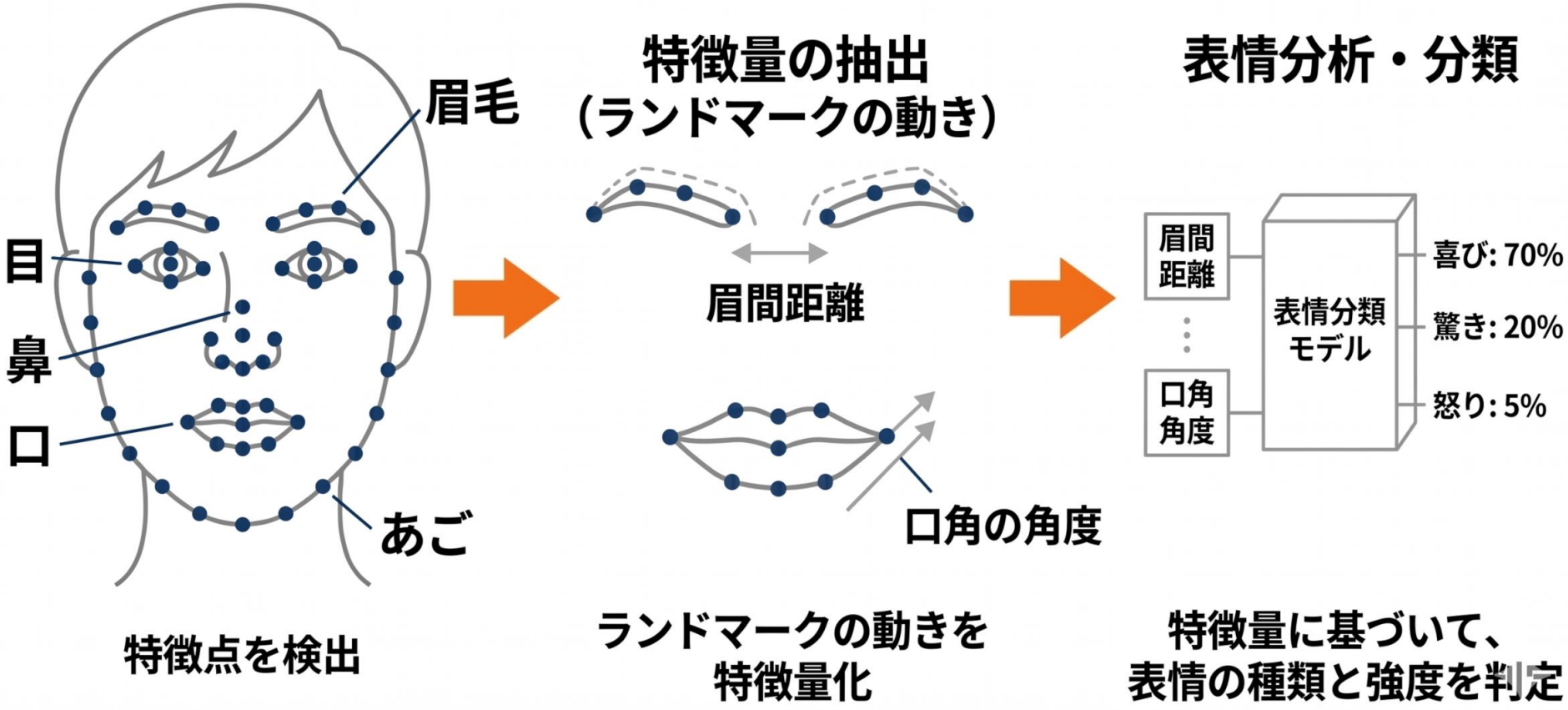
2. 顔ランドマーク検出



- 目，鼻，口，眉，あごなどの位置を特定
- 用途：位置合わせ/表情分析/人物特定

表情の推定

検出された顔ランドマークの相対的な位置関係から、表情や感情を分析する



中央値絶対偏差（MAD）とその1.4826倍

個人基準からの差を、ばらつき（MADの1.4826倍）で割った値がσである

校正期間の値（例）

3	4	5	6	20
				外れ値

中央値 ＝ 5 ＝ 個人基準

中央値との差の絶対値

2	1	0	1	15
0	1	1	2	15

その中央値 ＝ MAD ＝ 1

ばらつき

ばらつき ＝ MAD × 1.4826
＝ 約1.48

データが正規分布に従う場合、
MADの1.4826倍は標準偏差の
推定値になる

特徴量ごとに下限値がある

σ

σ ＝（現在値 − 個人基準）÷
ばらつき
現在値 8 のとき
σ ＝（8 − 5）÷1.48 ＝ 約2.0

±4の範囲に収める

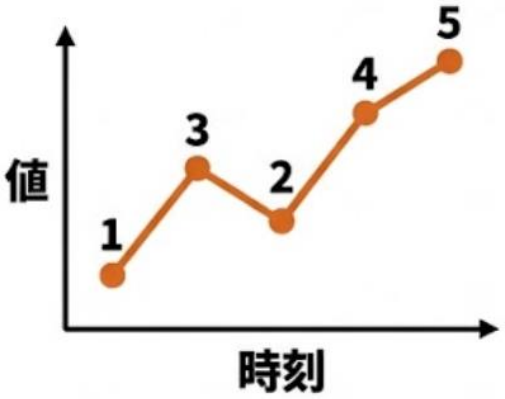
外れ値（20）があっても、中央値とMADはほとんど変わらない

Kendallの順位相関係数τ

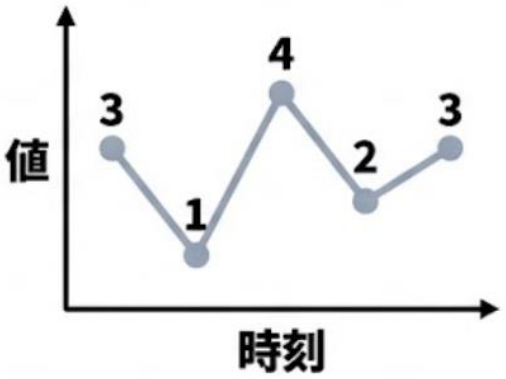
τは、時刻と値の順序がどれだけ一致しているかを−1〜+1で表す（変化の向きの一貫性）

$$\tau = \frac{(\text{後の値が増えた組の数} - \text{後の値が減った組の数})}{\div\ \text{すべての組の数}}$$

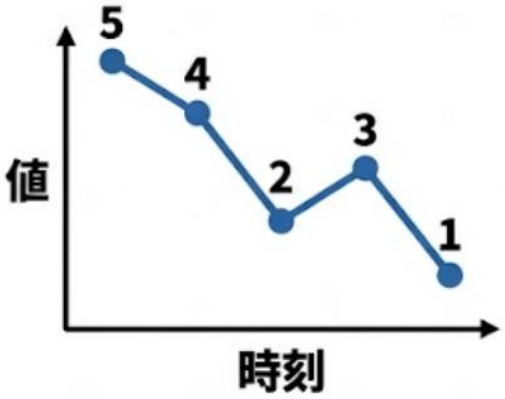
値が等しい組は0として数える



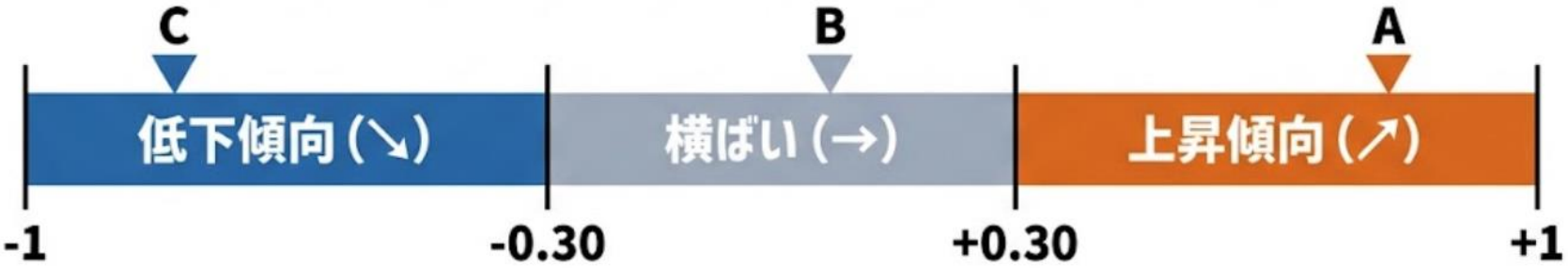
増えた組9・減った組1
→ τ = +0.8



増えた組5・減った組4・等しい組1
→ τ = +0.1

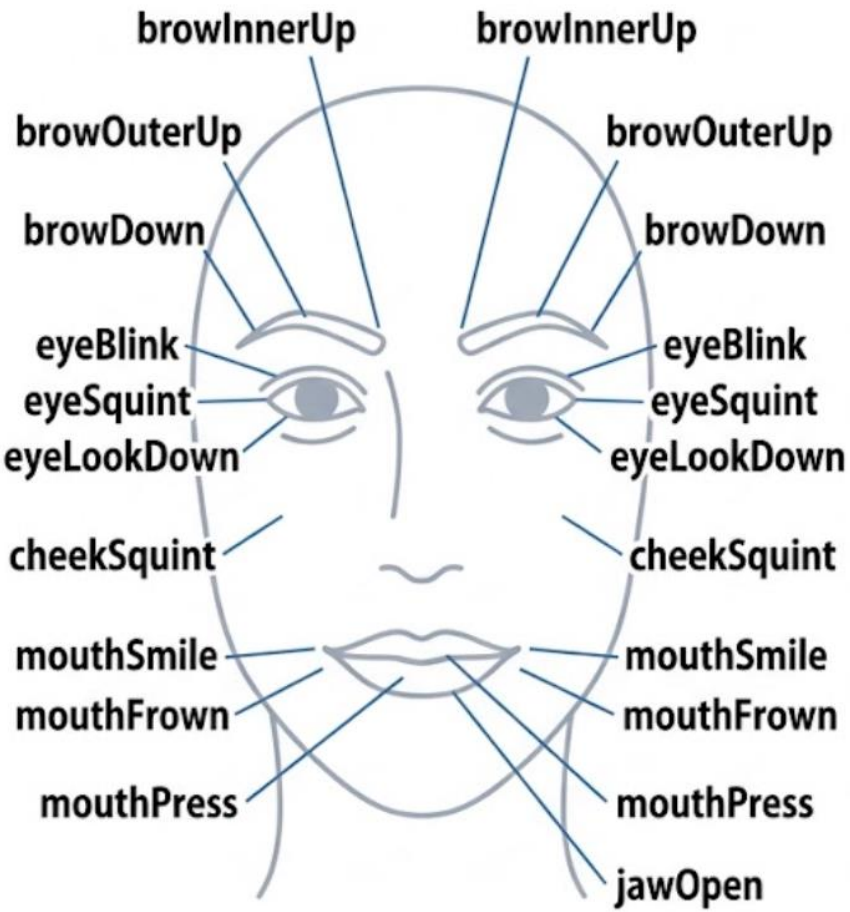


増えた組1・減った組9
→ τ = −0.8

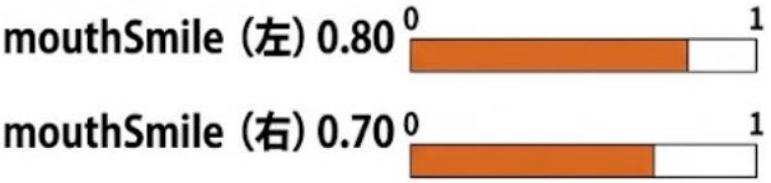


表情係数（ブレンドシェイプ）

表情係数（ブレンドシェイプ）は、表情の度合いを0～1で表す52種類の値である



例：笑顔のとき

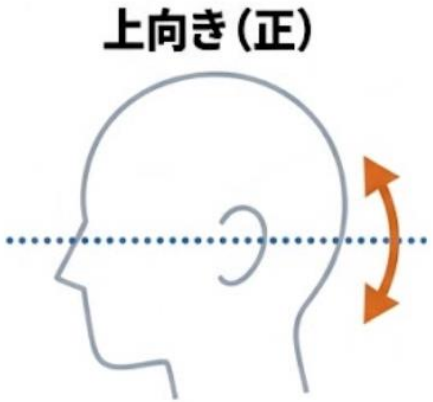


左右平均 = 0.75 = 口角の挙上

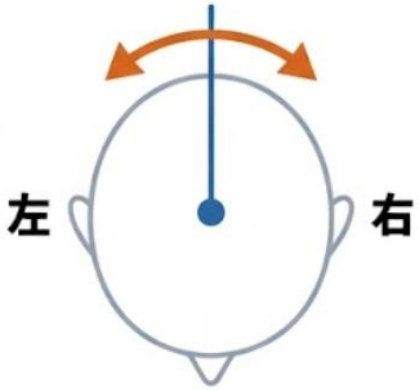
特徴量	使う表情係数
眉の挙上	browInnerUp と browOuterUp（重みを掛けて足し合わせる）
皺眉(眉の下制)	browDown の左右平均
眼瞼の緊張	eyeSquint の左右平均
頬の挙上	cheekSquint の左右平均
口角の挙上	mouthSmile の左右平均
口唇の圧迫	mouthPress と mouthFrown（重みを掛けて足し合わせる）
開口度	jawOpen などのうち大きい方
下方視の傾向	eyeLookDown の左右平均

ピッチ角・ヨー角・ロール角

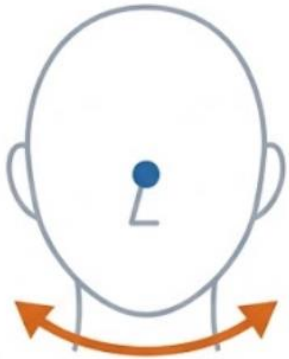
頭部の向きを、上下（ピッチ角）・左右（ヨー角）・傾き（ロール角）の3つの角度で表す



A. ピッチ角



B. ヨー角



C. ロール角

本プログラムでの使い方

A. 頭部ピッチ(+上向き) (度)

頭部の上下方向の角度。
上向きを正とする

B. 頭部ヨーの偏り (度)

頭部の左右方向の角度と、個人基準の角度との差の絶対値

例：「個人基準 +5度、現在 +20度 → 偏り 15度」

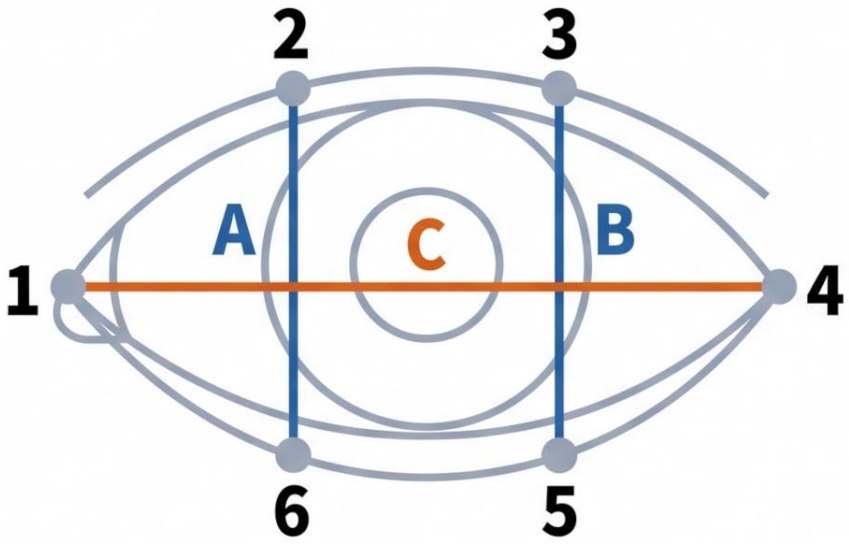
補足：「差が25度を超えたフレームは、視線が逸れた割合に数える」

C. 頭部ロールの偏り (度)

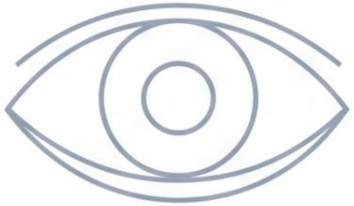
首の傾きの角度と、個人基準ののの角度との差の絶対値

EAR

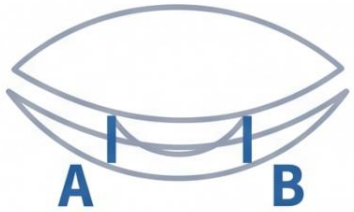
EARは、目の周囲の6点から求める目の縦横比である。目を閉じると値が小さくなる



$$EAR = (A + B) \div (2 \times C)$$

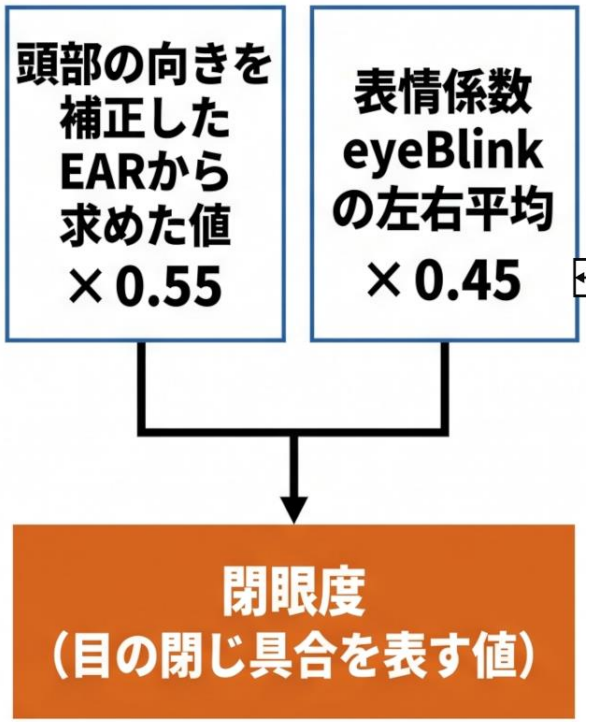


縦線が長い
→ EARが大きい



縦線が短い
→ EARが小さい

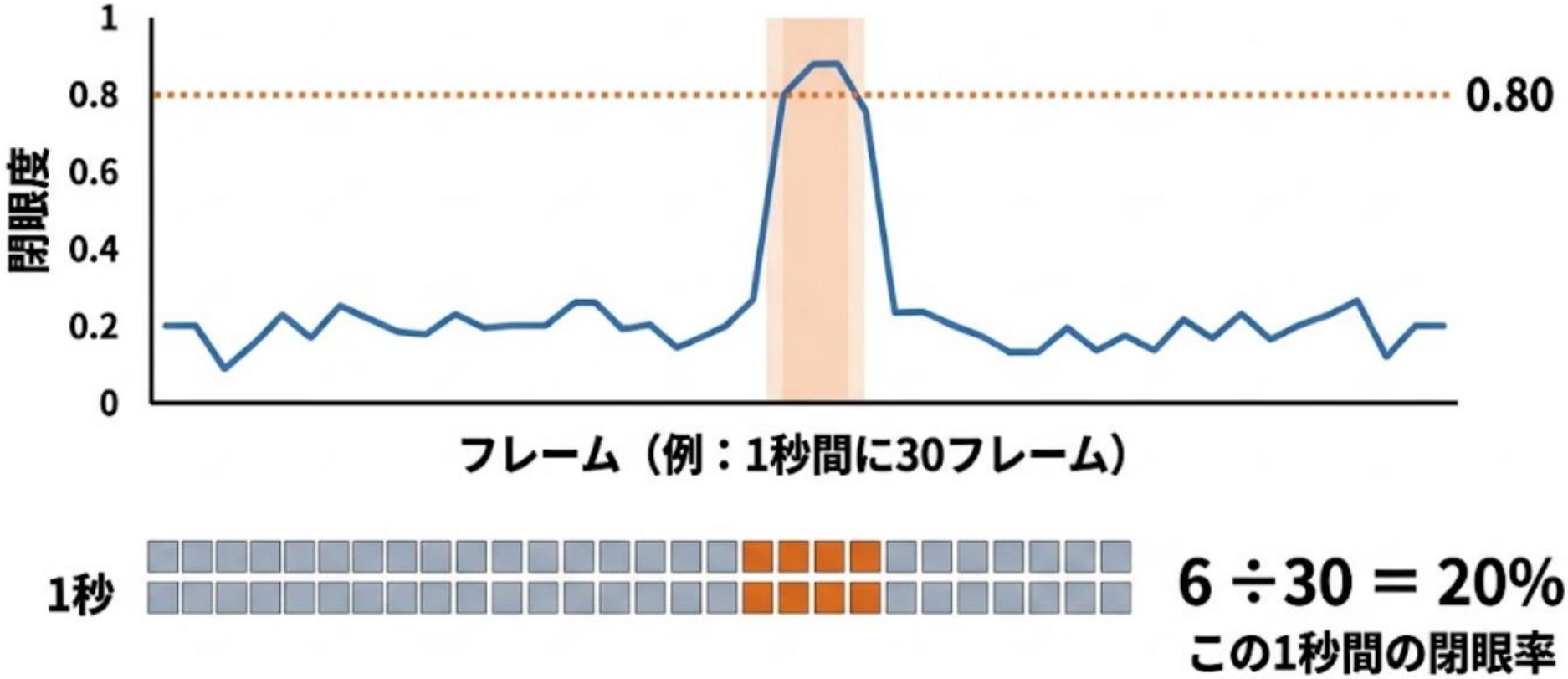
EAR と eyeblink の組み合わせの一例



閉眼度が0.80以上のフレームの割合
＝閉眼率

PERCLOS

PERCLOSは、まぶたが80%以上閉じている時間の割合であり、眠気の評価に用いられる指標である

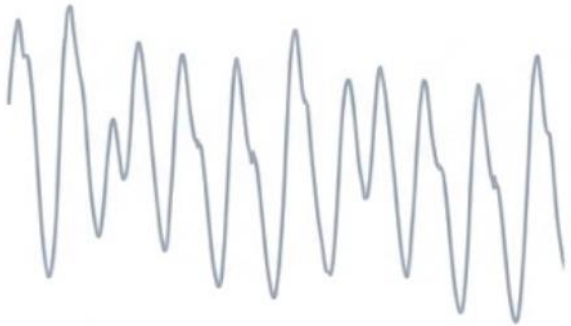


rPPG

rPPG（遠隔光電容積脈波法）は、カメラ映像の肌の色の変化から脈波を取り出し、心拍数を推定する



計測画面では
橙の枠で表示



脈拍に伴う血液量の変化で、
肌の色がわずかに変わる

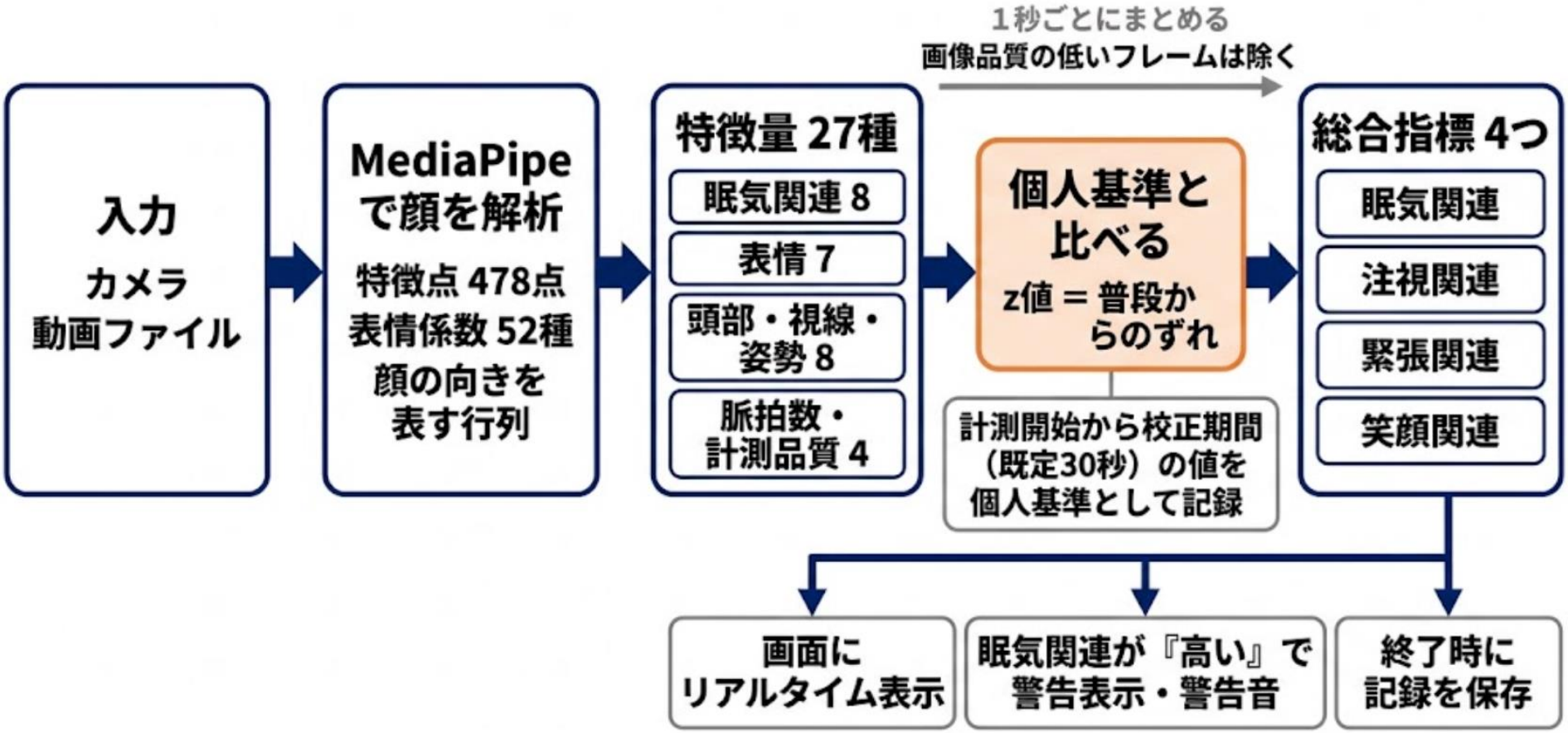
肌の色の方向と
直交する平面に
射影してして、
脈波の成分を取
り出す

40～160bpmの範囲（例）
信頼度0.30以上（例）

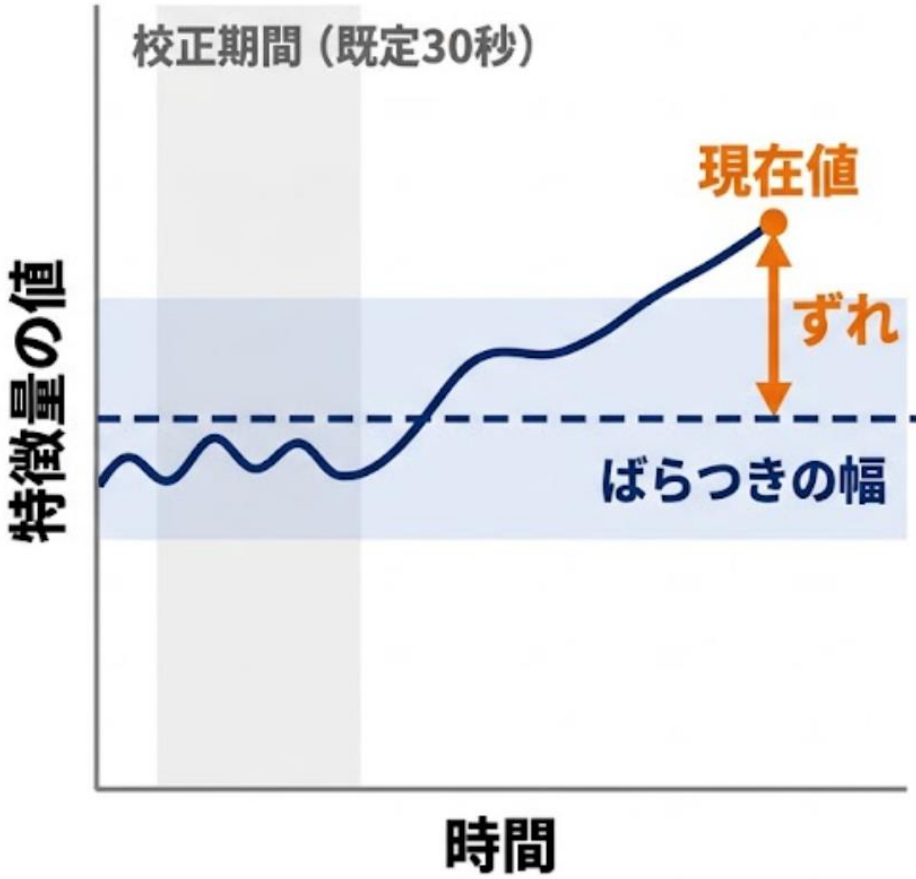
心拍数（bpm）

直近25秒（例）に蓄えた
推定値（2個以上）の中央値

顔の映像を、特徴量 → 個人基準との比較 → 総合指標 の順に変換して表示する



本人の普段の値を基準にして、そこからのずれで変化を表す



z値 ＝ ずれ ÷ ばらつき

ずれ ＝ 現在値 − 個人基準

ばらつき ＝ 1.4826 × 中央絶対偏差（下限あり）

z値は −4 ～ +4 に収める

例：開瞼度（ばらつきは2人とも 5%）

Aさん　基準 85% → 現在 75%　**z値 −2**

Bさん　基準 60% → 現在 50%　**z値 −2**

普段の値が違っても、同じ変化は同じz値になる

Database Lab.

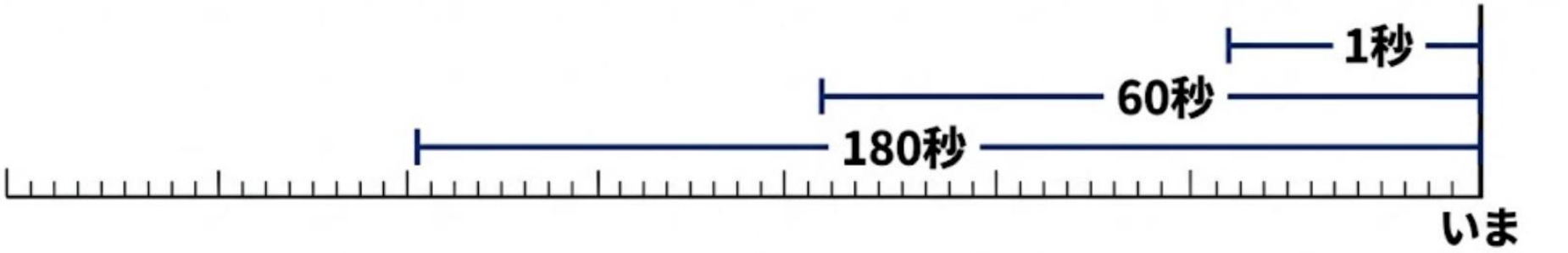
短い時間から長い時間へ段階的にまとめ、外れ値の影響を抑える

フレーム値
映像1枚ごとの値

1秒値
1秒間の中央値

現在値
直近60秒の中央値

傾きと τb
直近180秒



傾き：2点間の傾きの中央値（Theil–Sen法）
を1分当たりに換算

τb：時刻と値の順位の一致度（−1 ～ +1）



τb ≧ +0.30
上昇 ↗

その間
横ばい →

τb ≦ −0.30
低下 ↘

傾きと τb は1秒値が90個以上そろってから算出 ／ 閉眼率など割合を表す量は中央値の代わりに平均を使う

複数の特徴量のz値を重み付きで平均し、4段階の水準で示す（0＝個人基準）

総合指標 ＝ Σ (重み × z値) ÷ Σ |重み|

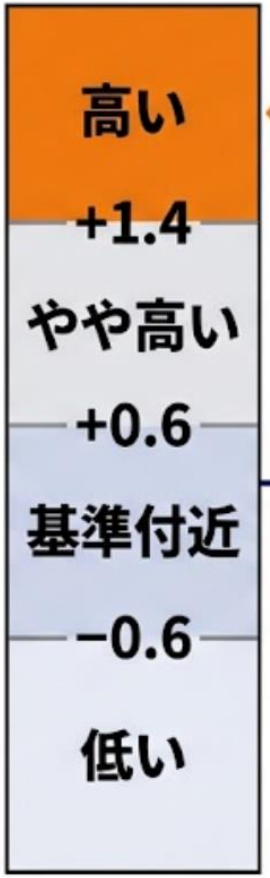
z値は −3 ～ +3 に収めてから使う
時定数15秒で平滑化する

例：眠気関連の重み



青：値が上がると指標も上がる　オレンジ：値が上がると指標は下がる

注視関連：視線・顔向きの逸脱率 -0.24、閉眼率 -0.20、頭部ヨー角の偏差 -0.16 ほか
緊張関連：眉の下制 +0.22、眼瞼の緊張 +0.18、口唇の圧迫 +0.16 ほか
笑顔関連：口角の挙上 +0.34、頬の挙上 +0.24、眉の下制 -0.16 ほか



眠気関連が『高い』
→ 警告表示・警告音

境界に ±0.15 の幅を設ける
例：基準付近 → やや高いは +0.75 以上、
やや高い → 基準付近は +0.45　未満
新しい水準が20秒続いたら切り替える

重みの合計の60%以上の特徴量でz値が得られたときだけ算出　/　心理状態の測定値ではなく目安